

課題番号 : F-19-NM-0077  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 熱電素子テスト構造の試作  
 Program Title(English) : Prototyping Thermoelectric Device Test Structure  
 利用者名(日本語) : 中林肇  
 Username(English) : Hajime Nakabayashi  
 所属名(日本語) : 東京エレクトロン株式会社  
 Affiliation(English) : Tokyo Electron Ltd.  
 キーワード/Keyword : エネルギー関連技術、膜加工・エッチング、熱電素子、ペルチェ効果、ナノデバイス

## 1. 概要(Summary)

電子部品および装置の電子冷却は温度の制御性が高く実装が容易な冷却技術として広く利用されている。また、近年では集積回路の廃熱の増大を解決する手段としてダイ上に実装した冷却装置により発熱が大きなホットスポットを解消するというアイデアも提案されている。[1]

室温域における熱電素子として現在は  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  を利用した熱電素子をもっとも熱電変換効率が高く多用されているが組み込み型冷却装置としてオンチップ形成の上ではシリコン CMOS 工程との親和性が低いことが問題となる。シリコンで高効率の熱電変換を実現する手段として熱伝導のサイズ効果を利用した高効率熱電素子の提案がある。[2] 本研究ではシリコン微細構造を用いた熱電素子の性能をベンチマークするとともにより安価なシリコン微細加工スキームの検討を行う。

## 2. 実験(Experimental)

**【利用した主な装置】** 高速マスクレス露光装置、プラズマアッシャー、超高真空スパッタ装置、プラズマ CVD 装置、化合物ドライエッチング装置

**【実験方法】** 本研究にて試作する熱電素子テスト構造を Fig. 1 に示す。熱酸化により絶縁した Si 基板の上に n+poly Si 下部電極を TIA (つくばイノベーションアリーナ) にて作成、弊社内にて Si 超格子構造を形成する。Si ナノ構造の AfF 液浸露光は TIA にて行い弊社内にてドライエッチングによる Si 微細ピラーアレイ構造を形成する。その後、NIMS においてプラズマ CVD 装置により成膜した層間絶縁膜の平坦化を行ったのち、超高真空スパッタ装置による配線材料成膜し高速マスクレス露光装置による配線パターン形成、化合物ドライエッチング装置により 2 層の配線層を備えた熱電素子のテスト構造を形成する。

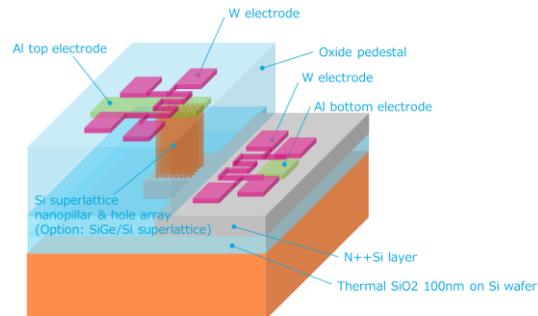


Fig. 1 Schematic drawing of Si based thermoelectric device prototype

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Si 微細構造アレイ部は電極間の熱干渉を避けるため 1  $\mu\text{m}$  の高さがあり、後工程の配線工程では難易度の高い平坦化エッチバック工程が必要となる。現在も NIMS の技術代行により試作工程の最適化は進行中である。

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:

[1] I. Chowdhury, et.al., Nature Nanotech 4, 235–238 (2009)

[2] M. Tomita, et.al., Symposium on VLSI Technology, Digest of technical papers, pp. 93-94, (2018).

・他の機関の利用: TIA (つくばイノベーションアリーナ)

・技術支援者: 大里 啓孝

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし